

ПЛАЗМОННЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОДЛОЖКИ Si/SiO₂(Ag) ДЛЯ УСИЛЕНИЯ РАМАНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ

Якимчук Д.В.^{*}, Канюков Е.Ю., Петров А.В., Демьянов С.Е.

ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», г. Минск, Беларусь

*E-mail: dim2yakim@gmail.com

PLASMONIC NANOSTRUCTURED SUBSTRATE Si/SiO₂(Ag) FOR ENHANCING RAMAN SCATTERING

Yakimchuk D.V.^{*}, Kaniukov E.Yu., Petrov A.V., Demyanov S.E.

«Scientific-Practical Materials Research Center NAS of Belarus», Minsk, Belarus

The pores in silicon dioxide on single-crystalline silicon has been prepared by swift heavy ion track technology. The silver dendrites have been formed in SiO₂ pores by wet-chemical electroless deposition. The silver nanostructures morphology depends on the deposition parameters and characteristics of porous template. The obtained dendrites show SERS sensitivity allowing the detection of Nile blue molecules. This template with silver dendrites could be used as substrate for enhancing Raman scattering in chemo- and biosensors devices.

Методы рамановской спектроскопии находят широкое применение при исследовании молекулярных соединений [1]. Тем не менее, рамановские спектры обладают слабой интенсивностью сигнала и не могут использоваться при идентификации малых доз вещества. Для решения этой проблемы используют специальные усиливающие плазмонные подложки на основе серебряных, золотых и медных наноструктур [2]. На сегодняшний день наиболее перспективными плазмонно-активными структурами считаются дендриты [3]. Однако, их использование для усиления рамановского сигнала затруднено из-за следующих факторов: проникновения аналита под дендриты, что препятствует доступу воздействующего на поверхность лазерного луча к молекулам исследуемого вещества, а также эффекта электромагнитного экранирования локальных полей, значительно ослабляющего коэффициент усиления детектируемого сигнала. В нашей работе предложен способ решения данной проблемы за счет пространственного разделения серебряных дендритов. В качестве разделяющей матрицы используются пористые шаблоны диоксида кремния на кремниевой подложке (SiO₂/Si), сформированные по ионно-трековой технологии, включающей облучение быстрыми тяжелыми ионами и химическое травление. Подробно контролируемый способ получения SiO₂/Si шаблонов с заданными характеристиками пор описан в нашей работе [4].

Осаждение серебра в поры шаблона производилось безэлектродным методом из электролита, содержащего нитрат серебра (AgNO₃) и плавиковую кислоту (HF). Показано, что процесс роста серебряных дендритов в ограниченном объеме пор может управляться параметрами химического осаждения (концен-

трацией AgNO_3 и температурой процесса) и характеристиками шаблона (тип кремниевой подложки, геометрические размеры поры). Это позволяет формировать дендриты с заданной формой. Эксперименты по исследованию усиления рамановского сигнала на молекулах модельного анализита Nile blue ($\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{ClN}_3\text{O}$), указывают на возможность их применения в качестве плазмонно-активных подложек для химио- и био- детектирования.

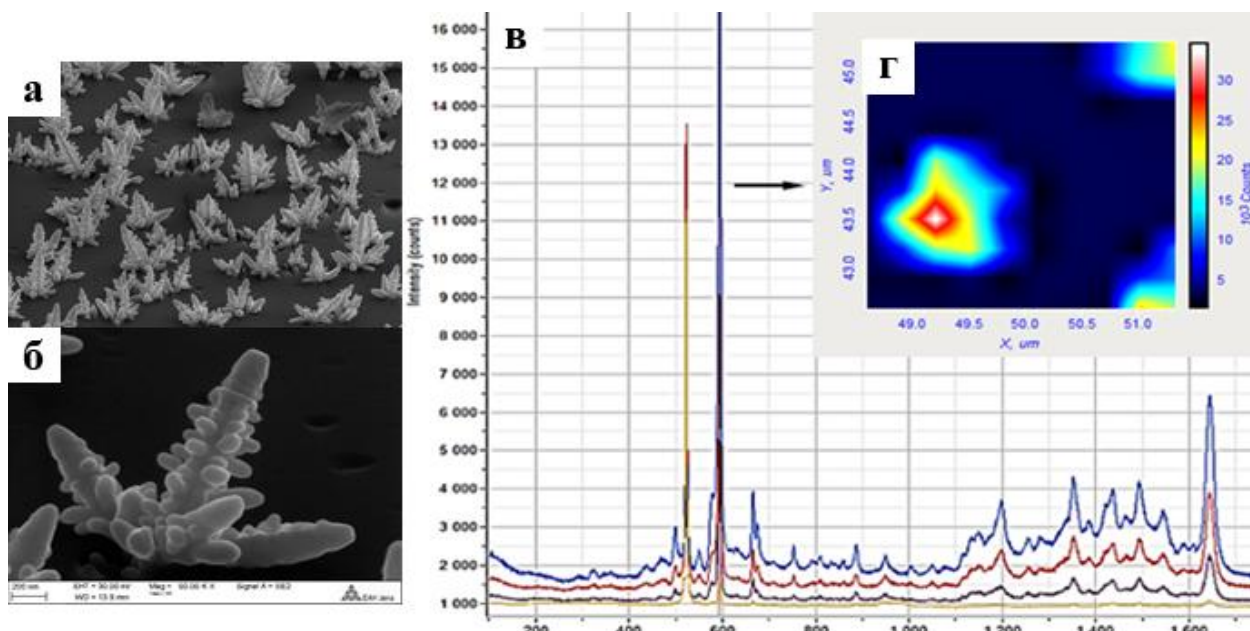


Рис. 1. Серебряные наноструктуры (дендриты) в порах диоксида кремния: изображения сканирующей электронной микроскопии (а, б). Усиление Рамановского сигнала (лазер с длиной волны 532 нм) 10^{-5} М водного раствора Nile blue (в); распределение сигнала комбинационного рассеяния при 593 см^{-1} (Г) (сканирование по поверхности $20 \times 20\text{ мкм}^2$ с шагом $0,2\text{ мкм}$).

1. Diem M., Modern Vibrational Spectroscopy and Micro-Spectroscopy, John Wiley & Sons (2015).
2. Sharma B., Frontiera R.R. et al., Mat. Today, 15, 16 (2012).
3. Yan M., Xiang Y. et al., RSC Adv., 4, 98 (2014).
4. Kaniukov E.Yu., Ustarroz J., Nanotechnology, 27, 115305 (2016).